Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science

SCCS | **CSAS**

Secrétariat canadien de consultation scientifique | **Canadian Science Advisory Secretariat**

Document de recherche 2011/043 | **Research Document 2011/043**

Région du Québec | **Quebec Region**

Mise à jour de l'estimation de biomasse et d'abondance de la crevette nordique (*Pandalus borealis*) à partir du relevé de chalutage dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent en 2010

Update of the estimation of northern shrimp (*Pandalus borealis*) biomass and abundance from the trawl survey in the Estuary and the northern Gulf of St. Lawrence in 2010

Louise Savard et/and Hugo Bourdages

Direction régionale des Sciences
Pêches et des Océans Canada
Institut Maurice-Lamontagne
850 route de la mer
Mont-Joli (Québec)
G5H 3Z4

Regional Science Branch
Fisheries and Oceans Canada
Maurice Lamontagne Institute
850 route de la mer
Mont-Joli (Québec)
G5H 3Z4

La présente série documente les fondements scientifiques des évaluations des ressources et des écosystèmes aquatiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

This series documents the scientific basis for the evaluation of aquatic resources and ecosystems in Canada. As such, it addresses the issues of the day in the time frames required and the documents it contains are not intended as definitive statements on the subjects addressed but rather as progress reports on ongoing investigations.

Les documents de recherche sont publiés dans la langue officielle utilisée dans le manuscrit envoyé au Secrétariat.

Research documents are produced in the official language in which they are provided to the Secretariat.

Ce document est disponible sur l'Internet à: | This document is available on the Internet at:
http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/

ISSN 1499-3848 (Imprimé / Printed)
ISSN 1919-5044 (En ligne / Online)
© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2011
© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2011
Canada

La présente publication doit être citée comme suit :

Savard, L. et Bourdages H. 2011. Mise à jour de l'estimation de biomasse et d'abondance de la crevette nordique (*Pandalus borealis*) à partir du relevé de chalutage dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent en 2010. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2011/043. iv + 30 p.

Correct citation for this publication:

Savard, L. and Bourdages H. 2011. Update of the estimation of northern shrimp (*Pandalus borealis*) biomass and abundance from the trawl survey in the Estuary and the northern Gulf of St. Lawrence in 2010. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2011/043. iv + 30 p.

RÉSUMÉ

L'état des stocks de crevette nordique (*Pandalus borealis*) de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent est déterminé chaque année par l'examen de divers indicateurs provenant de la pêche commerciale et du relevé de recherche. Ce document présente les données et méthodes utilisées pour produire les indicateurs du relevé de 2010. Les estimations de biomasse et d'abondance de la crevette nordique sont présentées pour chacune des quatre zones de pêche et pour chacun des sexes.

ABSTRACT

The Estuary and Gulf of St. Lawrence northern shrimp (*Pandalus borealis*) stock status is determined every year by examining a number of indicators from the commercial fishery and the research survey. This document presents the data and methods that are used to produce the 2010 survey indicators. The estimates of northern shrimp biomass and abundance are presented for each of the four fishing areas and for each sex.

INTRODUCTION

La pêche à la crevette nordique (*Pandalus borealis*) est effectuée par des chalutiers dans quatre zones de pêche à la crevette (ZPC) : Estuaire (ZPC 12), Sept-Îles (ZPC 10), Anticosti (ZPC 9) et Esquiman (ZPC 8) (Figure 1). La pêche est soumise à plusieurs mesures de gestion dont le contrôle des prises par un total admissible des captures (TAC) pour chacune des quatre zones. L'état de la ressource est évalué par l'examen de divers indicateurs provenant de la pêche commerciale et d'un relevé de recherche. Ces indicateurs font référence à l'abondance des stocks ainsi qu'à la productivité de la ressource. Les indices qui sont obtenus du relevé de recherche sont considérés comme de bons indicateurs de l'abondance des stocks et sont utilisés dans l'évaluation des stocks pour ajuster les niveaux de capture de la pêche commerciale. L'évaluation de la ressource est effectuée chaque année de façon à déterminer si les changements survenus dans l'état de la ressource justifient des ajustements à l'approche de conservation et au plan de gestion (MPO 2011).

Ce document met à jour les données et méthodes utilisées pour produire les indicateurs du relevé qui ont déjà été décrites dans Savard et Bourdages 2010. Les estimations de biomasse et d'abondance de la crevette nordique sont présentées pour chacune des quatre zones de pêche et pour chacun des sexes. Les relations poids-longueur sont aussi présentées de même que les distributions des fréquences de taille servant à l'identification des groupes d'âge.

DESCRIPTION DU RELEVÉ

Un relevé de recherche est réalisé dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent depuis 1990 pour estimer l'abondance des crevettes nordiques et de quelques espèces de poissons de fond.

INTRODUCTION

The northern shrimp (*Pandalus borealis*) fishery is conducted by trawlers in four shrimp fishing areas (SFA): Estuary (SFA 12), Sept-Iles (SFA 10), Anticosti (SFA 9) and Esquiman (SFA 8) (Figure 1). Fishing is regulated by several management measures, including the setting of total allowable catches (TAC) for each of the four areas. The stock status is evaluated by examining a number of indicators from the commercial fishery and a research survey. These indicators refer to stock abundance and resource productivity. The indices that are obtained from the research survey are considered as good indicators of the abundance of the stocks and are used in the stock assessments to adjust the commercial fishery catch levels. The resource is assessed each year to determine whether changes that have occurred in the resource status necessitate adjustments to the conservation approach and management plan (DFO 2011).

This document updates the data and methods that are used to produce the survey indicators and that were described in Savard and Bourdages 2010. The estimates of biomass and of abundance are presented for each of the four fishing areas and for each sex. The weight-length relationships are also presented as well as the length frequency distributions that are used for the age group identification.

DESCRIPTION OF THE SURVEY

A research survey has been conducted in the Estuary and the northern Gulf of St. Lawrence since 1990 to estimate the abundance of northern shrimp and of some groundfish species. The survey is

Le relevé est réalisé à l'aide d'un chalut à crevette en suivant un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié. Les opérations de pêche se déroulent 24 heures par jour. Une description du protocole de pêche et d'échantillonnage du relevé de 2010 est présentée dans Bourdages *et al.* 2010.

La stratification utilisée pour l'allocation des stations de pêche est présentée à la figure 2. Dans le golfe, les fonds situés à plus de 37 m (20 brasses) sont couverts par le relevé. Dans l'estuaire, le relevé a couvert les fonds à des profondeurs de plus de 183 m (100 brasses) de 1990 à 2007. En 2008, il a été décidé d'ajouter des strates pour couvrir les profondeurs de 37 à 183 m afin d'obtenir une meilleure couverture de la distribution spatiale de la crevette nordique.

TRAITEMENT DES CAPTURES DE CREVETTES

Pour chaque trait de pêche, la capture du chalut est triée par espèce ou par taxon. Toute la capture de crevette est pesée et un échantillon d'environ 2 kg est prélevé pour déterminer la proportion de *Pandalus borealis* ainsi que ses caractéristiques biologiques. Le stade de maturité (mâle, femelle primipare ou multipare avec ou sans gonades en maturation et femelle œuvée) est identifié pour chaque individu. La longueur du céphalothorax est mesurée à l'aide d'un vernier électronique avec une précision de 0,1 mm. Le poids individuel est mesuré avec une précision de 0,1 g selon un échantillonnage stratifié (environ dix individus par sexe par classe de longueur de 1 mm) pour chacune des zones de pêche.

La surface échantillonnée par le chalut est estimée à partir de la durée du trait, la vitesse de navire et l'ouverture horizontale du chalut. La capture de *P. borealis* de chaque trait est estimée à partir de sa proportion dans l'échantillon et est standardisée à une surface de 1 km² en la

conducted with a shrimp trawl following a stratified random sampling plan. Fishing operations take place 24 hours a day. A description of the 2010 survey fishing and sampling protocols is presented in Bourdages *et al.* 2010.

The stratification used for the allocation of fishing stations is presented in figure 2. In the Gulf, the grounds located at depths greater than 37 m (20 fathoms) are covered by the survey. In the Estuary, the survey covered the grounds at depths greater than 183 m (100 fathoms) from 1990 to 2007. In 2008, it was decided to add strata to cover depths from 37 to 183 m to obtain a better coverage of the northern shrimp spatial distribution.

PROCESSING OF SHRIMP CATCHES

For each fishing tow, the trawl catch is sorted by species or by taxon. The total catch of shrimp is weighted and a sample of about 2 kg is collected to determine the proportion of *Pandalus borealis* and its biological characteristics as well. The maturity stage (male, primiparous or mutiparous female with or without gonads in maturation and egg bearing female) is identified for each individual. The cephalothorax length is measured with an electronic calliper with a precision of 0.1 mm. The individual weight is recorded with a precision of 0.1 g following a stratified sampling design (about ten individuals per sex per 1 mm length class) for each fishing area.

The area swept by the trawl is estimated from the duration of the tow, the speed of the vessel and the horizontal opening of the trawl. The *P. borealis* catch for each tow is estimated from its proportion in the sample and is standardized to an area of 1 km² by dividing it by the swept area.

divisant par la surface balayée.

DISTRIBUTION ET CAPTURE MOYENNE DE LA CREVETTE NORDIQUE

On considère que le relevé couvre bien toute l'aire de distribution de *P. borealis* dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent (Figure 3). La crevette nordique est généralement restreinte aux fonds situés sous la couche intermédiaire froide à des profondeurs supérieures à 150 m. En 2010, des problèmes au niveau des treuils conjugués à de nombreux bris majeurs au chalut ont empêché l'échantillonnage des stations situées dans la portion sud de 4R (strates 802, 810, 820 et 835) et dans la portion aval du chenal Laurentien (strates 401, 404 et 407). En moyenne, 200 stations de pêche sont échantillonnées par année (Tableau 1).

Le tracé en rectangle et moustaches des captures des trois dernières années est présenté à la figure 4. Les captures moyennes sont également présentées par zone de pêche et par année, pour les mâles et les femelles (Tableau 2).

ESTIMATION DE BIOMASSE PAR KRIGEAGE

La capture en kg/km² calculée à toutes les stations de l'aire d'étude est krigée séparément pour les mâles et les femelles. En 2010, l'absence de données au sud est de l'aire d'étude (Figure 3) aurait pu entraîner une surestimation de la biomasse car ce secteur soutient habituellement de faibles concentrations de crevette nordique. Ce biais a été évité en complétant les strates manquantes de 2010 (802, 810, 820, 835, 401, 404 et 407) avec les données récoltées dans le même secteur en 2009.

Dans une première étape, un variogramme est calculé pour chaque

DISTRIBUTION AND MEAN CATCH OF NORTHERN SHRIMP

The survey is considered to cover well the whole *Pandalus borealis* distribution in the Estuary and the northern Gulf of St. Lawrence (Figure 3). Northern shrimp is generally restricted to grounds located under the cold intermediate layer at depths greater than 150 m. In 2010, problems with the winches combined to many major tears-up of the trawl prevented the sampling of stations located in the southern part of 4R (strata 802, 810, 820 and 835) and in the eastern part of Laurentian Channel (strata 401, 404 and 407). On average, 200 fishing stations are sampled by year (Table 1).

The box plot of the catches for the last three years is presented in figure 4. The mean catches are also presented by fishing area and by year, for males and females (Table 2).

BIOMASS ESTIMATION BY KRIGING

The catch in kg/km² calculated at all stations of the study area is kriged separately for males and females. In 2010, the absence of data in the south east sector of the study area (Figure 3) could have produced an overestimation of the biomass given that this sector sustains habitually low northern shrimp concentrations. This bias was avoided by completing the 2010 missing strata (802, 810, 820, 835, 401, 404 et 407).with the data collected in the same sector in 2009.

As a first step, a variogram is calculated for each survey with the VARIO

relevé avec la procédure VARIO du logiciel SAS (SAS 1996). Les valeurs extrêmes des captures (voir tableau dans le texte pour les trois dernières années) sont retirées de l'estimation du variogramme de façon à faire ressortir la structure spatiale des données. Les valeurs extrêmes sont par la suite réintégrées pour le krigeage.

procedure of the SAS software (SAS 1996). The catch extreme values (see table in the text for the last three years) are removed from the analysis so as to highlight the spatial structure of the data. The extreme values are reintegrated thereafter for the kriging.

Valeurs des captures au-dessus desquelles les données ont été retirées de l'estimation du variogramme annuel.
Catch values above which the data were removed from the annual variogram estimation.

	M	F
2008	4000	4000
2009	-	-
2010	7000	-

Le krigeage effectué chaque année pour évaluer la biomasse est basé sur un variogramme pluriannuel qui est construit à partir des variogrammes normalisés (i.e. chaque variogramme est divisé par la variance des captures du relevé) de l'année courante et des deux années précédentes. Le variogramme pluriannuel correspond à la moyenne des semi-variances pour chacune des distances *h* des variogrammes annuels, pondérée par le nombre de pairs pour ces mêmes distances. Un modèle est ajusté manuellement au variogramme pluriannuel pour permettre l'estimation des différents paramètres (la pépite, le plateau et la portée) (Figure 5 et Tableau 3). Quoique d'autres types de modèle aient été examinés quand cela semblait approprié, le modèle exponentiel a été choisi parce qu'il a été jugé qu'il donnait le meilleur ajustement (Figure 5). L'utilisation d'un variogramme pluriannuel réduit la variabilité de la structure spatiale qui est observée certaines années et permet ainsi un meilleur ajustement du modèle. Finalement, le variogramme pluriannuel est multiplié par la variance des données à kriger.

The kriging that is performed each year to evaluate the biomass is based on a pluriannual variogram which is built from the standardized variograms (i.e. each variogram is divided by variance of the survey catch) of the current year and of the two preceding years. The pluriannual variogram corresponds to the mean of the semi-variances for each distance *h* of the annual variograms, weighted by the number of pairs for the same distances. A model is manually fitted to the pluriannual variogram to allow the estimation of the different parameters (the nugget, sill and range) (Figure 5 and Table 3). Although other types of model were examined when it seemed appropriated to do so, the exponential model was chosen because it was felt that it gave the best fit (Figure 5). The use of a pluriannual variogram decreases the variability of the spatial structure that is observed for some years and allows a better fit of the model. Finally, the pluriannual variograms are multiplied by the variance of the data to be kriged.

La moyenne de krigeage et la variance d'estimation sont estimées à l'aide de la

The kriging mean and the variance of the estimate are estimated with the MATLAB

boîte à outils «Kriging» de MATLAB (Lafleur et Gratton, 1998). Pour chaque année, des estimations ponctuelles sont faites aux nœuds d'une grille de 4 501 mailles de 5 par 5 km qui couvre l'ensemble de la zone d'étude (112 525 km^2). L'ajout de nouvelles strates dans l'estuaire en 2008 a agrandi la grille à 4 598 mailles pour une surface totale de 114 950 km² (Figure 6). Les estimations ponctuelles sont faites en utilisant les huit stations échantillonnées les plus proches dans un rayon de recherche maximal de 200 km.

«Kriging» toolbox (Lafleur and Gratton, 1998). For each year, point estimates are obtained at each node of a grid of 4,501 5 by 5 km meshes that covers the entire studied area (112,525 km²). The addition in 2008 of new strata in the Estuary increased the grid to 4,598 meshes for a total area of 114,950 km² (Figure 6). These point estimates are obtained by using the eight stations that are the closest in a maximum search radius of 200 km.

La biomasse moyenne (kg/km²) de chaque zone de pêche est ensuite calculée en faisant la moyenne des estimations ponctuelles de la zone. La biomasse totale d'une zone de pêche donnée est obtenue en multipliant la biomasse moyenne par la surface de la zone. Les surfaces des zones de pêche sont les suivantes : Estuaire, 4 000 km² de 1990 à 2007 et 6 325 km² de 2008 à 2010; Sept-Îles, 29 775 km² de 1990 à 2007 et 29 975 km² de 2008 à 2010; Anticosti, 46 400 km²; Esquiman, 32 350 km².

The mean biomass (kg/km²) of each fishing area is then calculated by doing the mean of the point estimates of the area. The total biomass of a given fishing area is obtained by multiplying the mean biomass by the surface of the area. The surfaces of the fishing areas are as followed: Estuary, 4,000 km² from 1990 to 2007 and 6,325 km² from 2008 to 2010; Sept-Iles, 29,775 km² from 1990 to 2007 and 29,975 km² from 2008 to 2010; Anticosti, 46,400 km²; Esquiman, 32,350 km².

La biomasse moyenne ainsi que la variance d'estimation sont présentées pour les mâles et les femelles et pour chaque zone de pêche aux tableaux 4 et 5. En général, le coefficient de variation est de l'ordre de 20 à 25 % pour les mêles et de 10 à 18 % pour les femelles dans les zones de pêche Sept-Îles, Anticosti et Esquiman (Tableau 6). Le coefficient de variation est plus élevé dans la zone Estuaire. La distribution de la biomasse moyenne par maille de 25 km² est présentée par année, pour les mâles et les femelles, à la figure 7. La biomasse totale pour chaque zone de pêche, pour les mâles et les femelles, est présentée au tableau 7 et à la figure 8.

The mean biomass and the variance of the estimation are presented for males and females and, for each fishing area, in tables 4 and 5. In general, the coefficient of variation is about 20 to 25% for males and 10 to 18% for females for the fishing areas Sept-Iles, Anticosti and Esquiman (Table 6). The coefficient of variation id higher in the Estuary area. The distribution of the mean biomass per mesh of 25 km² is presented by year, for males and females, in figure 7. The total biomass for each fishing area, for males and females, is presented in table 7 and figure 8.

ESTIMATION D'ABONDANCE

Les biomasses estimées par krigeage sont converties en abondance à partir des relations poids-longueur et des distributions des fréquences de longueur. Les fréquences de longueur de chaque échantillon sont d'abord ramenées à la capture totale de la station puis normalisées pour une surface balayée de 1 km². Les fréquences (n/km²) sont regroupées en classe de longueur de 0,5 mm.

La distribution moyenne des fréquences (en n/km²) par classe de taille est estimée pour chaque zone de pêche, pour les mâles et les femelles. La distribution moyenne est estimée à partir de toutes les stations échantillonnées dans une zone. La distribution moyenne est ensuite convertie en poids en appliquant la relation poids-longueur estimée pour chaque zone (Tableau 8, figure 9). La relation poids-longueur estimée en 1993 est appliquée pour la période 1990-2004. À partir de 2005, la relation estimée annuellement est utilisée pour l'année courante. La même relation est utilisée pour les deux sexes.

La biomasse du stock estimée par krigeage est répartie dans les classes de taille en suivant les proportions en poids de la distribution moyenne du stock. L'abondance pour chaque classe de taille est obtenue en divisant la biomasse par le poids moyen de la classe. L'abondance totale du stock est ensuite obtenue en sommant l'abondance de toutes les classes de taille. L'exercice est fait séparément pour les mâles et les femelles. Étant donné qu'on ne krige pas les nombres, il n'est pas possible d'obtenir une estimation de la variance de l'abondance par krigeage. Le coefficient de variation de la biomasse est donc utilisé pour estimer l'intervalle de confiance de l'abondance.

L'abondance totale de chaque zone de

ABUNDANCE ESTIMATION

Biomasses estimated by kriging are converted into abundance from the weight-length relationships and from the length frequency distributions. Length frequencies of each sample are first bumped to the total catch of the station and then, standardized to a 1 km² swept area. The frequencies (n/km²) are regrouped into 0.5 mm size class.

The mean distribution of frequencies (in n/km²) per size class is estimated for each fishing area, for males and females. The mean distribution is estimated from all stations that were sampled in the fishing area. The mean distribution is then converted into weight by applying a weight-length relationship that is estimated for each area (Table 8, figure 9). The weight-length relationship estimated in 1993 is used for the 1990-2004 period. Since 2005, the relationship estimated annually is used for the current year. The same relationship is used for both sexes.

The stock biomass estimated by kriging is distributed among the size classes following the proportions in weight of the mean distribution of the stock. The abundance of each size class is obtained by dividing the biomass by the mean weight of the class. The total stock abundance is then obtained by adding the abundance of all size classes. The exercise is done separately for males and females. Given that the numbers are not kriged, it is not possible to obtain an estimate of the variance of the abundance by kriging. Therefore, the coefficient of variation of the biomass is used to estimate the confidence interval of the abundance.

The total abundance of each fishing area

pêche est présentée séparément pour les mâles et les femelles au tableau 9 et à la figure 10. Les distributions d'abondance par classe de taille sont présentées pour chaque zone de pêche à la figure 11.

Il est possible d'obtenir un indice du recrutement en estimant l'abondance des juvéniles dont la longueur du céphalothorax est plus petite que 12 ou 13 mm. Les individus de ces tailles sont âgés d'une quinzaine de mois (Daoud *et al.* 2010). L'estimation d'abondance des juvéniles est obtenue en sommant l'abondance des classes de taille qui appartiennent au premier mode (Tableau 10).

L'abondance des femelles a pu être séparée par stade de maturité pour les années où l'identification du stade était faite pour chaque individu. L'abondance des femelles primipares et multipares a été calculée de 1990 à 2000 puis en 2009 et 2010 et est présentée au tableau 10.

is presented separately for males and females in table 9 and in figure 10. The abundance distributions by size class are presented for each fishing area in figure 11.

It is possible to obtain an index of recruitment by estimating the abundance of juveniles for which the cephalothorax length is smaller than 12 or 13 mm. The individuals of these sizes are aged of about fifteen months (Daoud *et al.* 2010). The estimation of abundance of the juveniles is obtained by adding the abundance of the size classes that are included in the first mode (Table 10).

The female abundance could be separated into maturity stages for the years when the identification of the stage was done for each individual. The abundance of primiparous and multiparous females was calculated from 1990 to 2000 and then in 2009 and 2010 and is presented in table 10.

REMERCIEMENTS

Sincères remerciements aux nombreux biologistes et techniciens qui ont récolté les données du relevé.

ACKNOWLEDGEMENTS

Sincere thanks to the numerous biologists and technicians who have collected the survey data.

RÉFÉRENCES

Bourdages, H., Archambault, D., Bernier, B., Fréchet, A., Gauthier, J., Grégoire, F., Lambert, J. et Savard, L. 2010. Résultats préliminaires du relevé multidisciplinaire de poissons de fond et de crevette d'août 2010 dans le nord du golfe du Saint-Laurent. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2010/107. vi + 92 p.

Daoud, D. Lambert, Y., Chabot, D., and Audet, C. 2010. Size and temperature-dependent variations in intermolt duration and size increment at molt of northern shrimp, *Pandalus borealis*. Mar. Biol.

REFERENCES

Bourdages, H., Archambault, D., Bernier, B., Fréchet, A., Gauthier, J., Grégoire, F., Lambert, J. and Savard, L. 2010. Preliminary results from the groundfish and shrimp multidisciplinary survey in August 2010 in the northern Gulf of St. Lawrence. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2010/107. vi + 92 p.

Daoud, D. Lambert, Y., Chabot, D., and Audet, C. 2010. Size and temperature-dependent variations in intermolt duration and size increment at molt of northern shrimp, *Pandalus borealis*. Mar. Biol.

Lafleur, C. et Y. Gratton. 1998. MATLAB Kriging Toolbox. http://globec.whoi.edu/software/kriging/V3/intro_v3.html

MPO. 2011. Évaluation des stocks de crevette de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent en 2010. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2011/006.

Savard, L. et Bourdages H. 2010. Estimation de la biomasse et de l'abondance de la crevette nordique *Pandalus borealis* à partir du relevé de chalutage annuel dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent entre 1990 et 2009. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2010/061. iv + 47 p.

SAS. 1996. Spatial Prediction Using the SAS System. SAS/STAT Technical Report, SAS Institute Inc., Cary, NC, 80 p.

Lafleur, C. and Y. Gratton. 1998. MATLAB Kriging Toolbox. http://globec.whoi.edu/software/kriging/V3/intro_v3.html

DFO. 2011. Assessment of shrimp stocks in the Estuary and Gulf of St. Lawrence in 2010. DFO Can. Sci. Advis. Sec., Sci. Advis. Rep. 2011/006.

Savard, L. and Bourdages H. 2010. Estimation of northern shrimp *Pandalus borealis* biomass and abundance from the annual trawl survey in the Estuary and the northern Gulf of St. Lawrence between 1990 and 2009. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2010/061. iv + 47 p.

SAS. 1996. Spatial Prediction Using the SAS System. SAS/STAT Technical Report, SAS Institute Inc., Cary, NC, 80 p.

Tableau 1. Capture moyenne (kg/km²) et erreur type par année, pour les mâles et les femelles pour toute l'aire d'étude (n: nombre de stations).

Table 1. Mean catch (kg/km²) and standard error by year, for males and females for the whole studied area (n: number of stations).

Année / *Year*	n	Mâles / *Males*		Femelles / *Females*	
		moyenne / *mean*	erreur type / *standard error*	moyenne / *mean*	erreur type / *standard error*
1990	219	352.82	55.45	485.40	52.97
1991	250	265.82	50.53	412.06	50.09
1992	239	155.80	26.40	243.80	29.20
1993	214	203.54	32.87	184.91	22.54
1994	176	201.98	33.29	302.51	38.02
1995	182	339.35	47.62	408.27	44.58
1996	217	439.20	61.95	680.02	57.96
1997	185	602.88	92.43	715.33	82.08
1998	206	352.73	40.84	723.22	73.51
1999	224	472.81	64.43	659.18	62.95
2000	209	527.95	64.46	971.07	82.90
2001	183	572.65	100.29	632.05	67.32
2002	171	470.10	88.08	797.77	88.42
2003	164	1429.82	303.30	1339.45	135.14
2004	133	726.32	136.25	1178.16	144.69
2005	354	536.26	72.52	931.23	68.48
2006	192	477.52	73.83	942.93	111.75
2007	183	610.36	101.27	1141.70	158.19
2008	189	489.41	84.41	762.88	82.68
2009	164	586.99	89.54	686.89	78.53
2010	154	484.46	70.62	750.56	88.77
2008+	201	488.33	80.51	842.41	90.62
2009+	177	594.41	83.94	758.17	83.23
2010+	164	518.46	79.87	778.55	89.04

+: En 2008, 2009 et 2010, l'échantillonnage a été accru en ajoutant des strates dans la partie peu profonde (37-183 m) de l'estuaire.

+: *In 2008, 2009 and 2010, the sampling was increased with the addition of strata in shallow waters (37 to 183 m) in the Estuary.*

Tableau 2a. Capture moyenne (kg/km²) et erreur type par année, pour les mâles et les femelles pour la zone de pêche Estuaire (n: nombre de stations).

Table 2a. Mean catch (kg/km²) and standard error by year, for males and females for the Estuary fishing area (n: number of stations).

Année / *Year*	n	Mâles / *Males*		Femelles / *Females*	
		moyenne / *mean*	erreur type / *standard error*	moyenne / *mean*	erreur type / *standard error*
1990	12	156.25	77.64	233.60	82.83
1991	11	31.24	15.16	308.55	140.68
1992	11	83.57	64.96	187.46	120.91
1993	12	102.41	77.18	229.46	142.70
1994	8	119.96	83.70	398.96	271.60
1995	18	33.17	15.68	44.56	18.74
1996	17	134.78	53.69	663.29	244.99
1997	16	31.89	13.05	146.69	94.02
1998	16	34.26	18.48	161.65	64.16
1999	21	124.26	90.38	595.85	201.84
2000	17	54.91	20.71	440.13	129.52
2001	19	13.16	3.83	271.45	99.19
2002	12	10.35	6.37	125.35	81.23
2003	11	29.98	12.64	346.45	251.45
2004	9	140.30	109.56	722.40	367.20
2005	24	35.06	17.05	466.44	138.59
2006	12	5.88	2.02	208.67	76.78
2007	12	18.40	14.15	144.46	62.58
2008	10	17.17	6.47	379.22	159.30
2009	10	43.48	24.17	405.83	193.35
2010	12	77.14	42.62	240.65	137.06
2008+	21	276.87	141.96	1377.69	446.43
2009+	23	407.81	121.58	1113.27	320.01
2010+	24	515.91	328.56	689.18	259.32

+: En 2008, 2009 et 2010, l'échantillonnage a été accru en ajoutant des strates dans la partie peu profonde (37-183 m) de l'estuaire.

+: *In 2008, 2009 and 2010, the sampling was increased with the addition of strata in shallow waters (37 to 183 m) in the Estuary.*

Tableau 2b. Capture moyenne (kg/km²) et erreur type par année, pour les mâles et les femelles pour la zone de pêche Sept-Îles (n: nombre de stations).

Table 2b. Mean catch (kg/km²) and standard error by year, for males and females for the Sept-Iles fishing area (n: number of stations).

Année / *Year*	n	Mâles / *Males*		Femelles / *Females*	
		moyenne / *mean*	erreur type / *standard error*	moyenne / *mean*	erreur type / *standard error*
1990	73	363.67	92.77	645.86	97.51
1991	71	556.18	162.63	828.79	150.54
1992	60	205.76	56.56	366.16	78.76
1993	47	376.55	94.09	378.55	73.66
1994	49	360.66	97.71	605.39	103.66
1995	56	466.30	96.10	576.97	95.30
1996	74	580.36	108.36	998.30	93.68
1997	53	827.38	159.76	1096.29	125.72
1998	48	533.44	86.71	1478.68	219.66
1999	62	715.13	119.52	989.24	102.19
2000	51	1010.98	164.56	1854.22	159.49
2001	58	1148.10	272.58	1132.47	155.61
2002	56	871.06	228.82	1693.26	194.25
2003	48	3127.80	919.28	2586.05	228.81
2004	43	1248.80	289.40	2115.43	274.37
2005	65	1216.62	286.97	1908.19	135.10
2006	50	655.40	157.80	1879.13	259.20
2007	50	1063.61	313.79	2293.81	339.12
2008	44	1015.39	288.15	2035.72	203.67
2009	44	823.44	240.35	1186.55	194.23
2010	40	644.78	150.85	1410.74	191.62
2008+	45	993.13	282.55	1990.48	204.17
2009+	44	823.44	240.35	1186.55	194.23
2010	40	644.78	150.85	1410.74	191.62

+: En 2008, 2009 et 2010, l'échantillonnage a été accru en ajoutant des strates dans la partie peu profonde (37-183 m) de l'estuaire.

+: *In 2008, 2009 and 2010, the sampling was increased with the addition of strata in shallow waters (37 to 183 m) in the Estuary.*

Tableau 2c. Capture moyenne (kg/km²) et erreur type par année, pour les mâles et les femelles pour la zone de pêche Anticosti (n: nombre de stations).

Table 2c. Mean catch (kg/km²) and standard error by year, for males and females for the Anticosti fishing area (n: number of stations).

Année / *Year*	n	Mâles / *Males*		Femelles / *Females*	
		moyenne / *mean*	erreur type / *standard error*	moyenne / *mean*	erreur type / *standard error*
1990	85	432.32	110.06	403.26	90.79
1991	82	185.47	37.18	257.11	41.09
1992	82	211.64	59.86	232.17	43.47
1993	76	207.97	64.32	141.47	25.94
1994	64	161.66	36.65	184.98	33.22
1995	57	378.62	87.89	470.25	71.13
1996	63	494.89	135.38	729.94	125.45
1997	60	489.25	105.34	608.31	86.48
1998	78	338.21	56.43	608.31	76.83
1999	78	381.33	67.30	566.40	68.19
2000	77	394.02	73.62	850.59	104.52
2001	36	203.40	60.44	373.80	59.72
2002	49	473.86	119.72	630.52	110.73
2003	46	802.31	297.96	852.31	205.04
2004	32	603.76	293.42	754.94	231.18
2005	134	515.14	96.84	972.32	112.61
2006	64	390.95	113.07	665.84	135.96
2007	66	581.38	106.72	1072.25	308.50
2008	66	287.91	59.27	392.17	72.02
2009	60	560.52	125.19	496.11	91.53
2010	54	522.58	122.00	564.83	114.99

Tableau 2d. Capture moyenne (kg/km²) et erreur type par année, pour les mâles et les femelles pour la zone de pêche Esquiman (n: nombre de stations).

Table 2d. Mean catch (kg/km²) and standard error by year, for males and females for the Esquiman fishing area (n: number of stations).

Année / *Year*	n	Mâles / *Males*		Femelles / *Females*	
		moyenne / *mean*	erreur type / *standard error*	moyenne / *mean*	erreur type / *standard error*
1990	49	246.89	73.44	450.49	94.34
1991	86	132.72	36.35	229.00	41.98
1992	86	76.95	20.47	176.71	38.87
1993	79	111.72	23.93	104.71	20.02
1994	55	119.45	37.17	155.41	36.81
1995	51	264.14	85.30	282.14	79.76
1996	63	299.84	100.71	260.78	58.81
1997	56	675.28	236.46	631.90	215.63
1998	64	314.52	87.65	437.06	104.71
1999	63	463.79	172.20	470.35	162.91
2000	64	429.80	124.02	553.29	164.08
2001	70	437.61	105.14	448.10	92.41
2002	54	153.06	68.92	170.30	54.02
2003	59	798.65	221.03	890.21	221.46
2004	49	455.49	171.87	715.75	219.21
2005	131	312.10	78.31	489.59	102.93
2006	66	512.47	138.68	635.89	191.06
2007	55	362.24	106.21	395.24	106.46
2008	69	415.18	116.38	361.42	100.03
2009	50	519.38	133.70	532.32	135.96
2010	48	409.82	126.00	536.82	167.73

Tableau 3a. Paramètres des variogrammes utilisés pour le krigeage de la biomasse des mâles. Un modèle exponentiel* a été utilisé chaque année.

Table 3a. Parameters of the variograms used for kriging the male biomass. An exponential model was used each year.*

Année / *Year*	Période / *Period*	Paramètres / *Parameters*		
		Pépite / *Nugget* (c_0)	Plateau / *Sill* ($c_0 + c$)	Portée / *Range* (a_0)
1990	1990-1991-1992	0.50	1.05	35
1991	1990-1991-1992	0.50	1.05	35
1992	1990-1991-1992	0.50	1.05	35
1993	1991-1992-1993	0.20	1.05	30
1994	1992-1993-1994	0.20	1.05	30
1995	1993-1994-1995	0.20	1.00	20
1996	1994-1995-1996	0.20	1.00	20
1997	1995-1996-1997	0.20	0.95	18
1998	1996-1997-1998	0.20	0.90	20
1999	1997-1998-1999	0.40	0.90	20
2000	1998-1999-2000	0.40	0.90	20
2001	1999-2000-2001	0.40	0.90	17
2002	2000-2001-2002	0.30	1.00	25
2003	2001-2002-2003	0.20	1.00	25
2004	2002-2003-2004	0.20	1.00	25
2005	2003-2004-2005	0.30	1.00	30
2006	2004-2005-2006	0.30	1.00	25
2007	2005-2006-2007	0.30	1.00	25
2008	2006-2007-2008	0.30	1.00	20
2009	2007-2008-2009	0.25	1.00	25
2010	2008-2009-2010	0.30	1.00	25

* Modèle exponentiel : (où h = distance)
* *Exponential model* : (where h = distance)

$$\gamma(h) = c_0 + c\left[1 - \exp\left(-\frac{h}{a_0}\right)\right]$$

Tableau 3b. Paramètres des variogrammes utilisés pour le krigeage de la biomasse des femelles. Un modèle exponentiel* a été utilisé chaque année.

Table 3b. Parameters of the variograms used for kriging the female biomass. An exponential model was used each year.*

Année / *Year*	Période / *Period*	Paramètres / *Parameters*		
		Pépite / *Nugget* (c_0)	Plateau / *Sill* ($c_0 + c$)	Portée / *Range* (a_0)
1990	1990-1991-1992	0.45	0.95	30
1991	1990-1991-1992	0.45	0.95	30
1992	1990-1991-1992	0.45	0.95	30
1993	1991-1992-1993	0.25	0.85	20
1994	1992-1993-1994	0.30	0.85	25
1995	1993-1994-1995	0.30	0.80	20
1996	1994-1995-1996	0.15	0.95	17
1997	1995-1996-1997	0.15	0.95	17
1998	1996-1997-1998	0.20	0.95	20
1999	1997-1998-1999	0.35	0.90	25
2000	1998-1999-2000	0.35	0.90	30
2001	1999-2000-2001	0.40	0.90	35
2002	2000-2001-2002	0.30	0.90	30
2003	2001-2002-2003	0.20	0.85	35
2004	2002-2003-2004	0.15	0.95	35
2005	2003-2004-2005	0.20	1.05	60
2006	2004-2005-2006	0.20	1.05	50
2007	2005-2006-2007	0.20	1.05	60
2008	2006-2007-2008	0.20	1.00	60
2009	2007-2008-2009	0.20	0.90	40
2010	2008-2009-2010	0.25	0.90	45

* Modèle exponentiel : (où h = distance)
* *Exponential model* : (where h = distance)

$$\gamma(h) = c_0 + c\left[1 - \exp\left(-\frac{h}{a_0}\right)\right]$$

Tableau 4. Biomasse moyenne (kg/km²) estimée par krigeage, par zone de pêche et par année, pour les mâles (M) et les femelles (F).

Table 4. Mean biomass (kg/km²) estimated by kriging, by fishing area and by year, for males (M) and females (F).

Année / *Year*	Estuaire / *Estuary*		Sept-Iles		Anticosti		Esquiman	
	M	F	M	F	M	F	M	F
1990	188.6	310.3	388.1	648.6	416.8	417.3	234.2	402.2
1991	44.3	514.4	566.7	774.9	207.0	300.7	186.0	287.1
1992	100.1	365.1	219.6	358.7	264.7	277.0	92.4	202.5
1993	88.9	274.6	336.3	442.0	207.7	150.1	114.3	107.1
1994	102.7	426.0	376.1	598.4	165.3	179.5	175.6	196.0
1995	33.1	52.9	426.2	559.8	392.7	509.3	334.5	327.7
1996	116.6	598.7	467.0	880.3	659.8	931.3	329.5	299.2
1997	69.7	375.4	777.2	999.6	456.7	552.9	747.2	693.7
1998	24.1	144.2	550.5	1541.5	269.5	566.0	366.8	481.2
1999	136.2	575.1	788.0	1098.1	345.9	551.8	455.2	457.9
2000	141.1	702.4	1005.3	1777.0	403.7	832.1	439.2	536.8
2001	22.2	439.9	1273.0	1141.9	331.2	508.2	452.4	452.9
2002	22.0	312.8	980.1	1713.5	594.6	739.4	197.3	217.7
2003	105.8	691.4	2952.5	2767.2	966.2	1232.6	873.0	998.9
2004	92.5	626.7	1444.4	2312.6	564.3	905.7	434.7	768.0
2005	44.6	554.1	925.5	1978.5	655.3	1141.9	596.3	853.5
2006	45.8	419.7	631.4	1873.1	385.9	685.7	713.6	847.1
2007	221.3	592.0	945.0	2364.0	623.5	1223.3	517.6	462.8
2008	23.6	617.7	835.7	2112.6	361.6	481.1	492.8	426.4
2009	49.0	356.0	1031.0	1336.2	593.7	532.2	547.0	536.9
2010	98.7	341.0	715.7	1527.8	634.5	570.9	447.7	568.0
2008+	225.0	1358.4	836.1	2108.8				
2009+	367.3	1022.8	1031.8	1336.8				
2010+	540.0	709.0	714.2	1527.1				

+: En 2008, 2009 et 2010, l'échantillonnage a été accru en ajoutant des strates dans la partie peu profonde (37-183 m) de l'estuaire.

+: *In 2008, 2009 and 2010, the sampling was increased with the addition of strata in shallow waters (37 to 183 m) in the Estuary.*

Tableau 5. Variance d'estimation de la biomasse krigée, par zone de pêche et par année, pour les mâles (M) et les femelles (F).

Table 5. Variance of the estimation of the kriged biomass, by fishing area and by year, for males (M) and females (F).

Année / *Year*	Estuaire / *Estuary*		Sept-Iles		Anticosti		Esquiman	
	M	F	M	F	M	F	M	F
1990	4017.6	4274.8	7021.6	7304.2	10192.9	6534.1	4823.3	7464.5
1991	175.0	14135.8	20184.6	16312.5	1142.5	1318.1	1025.2	1290.6
1992	2889.1	9386.4	2418.6	4421.5	3123.9	1551.7	287.8	973.7
1993	3257.9	11854.8	5001.6	3237.9	3044.1	496.2	341.8	252.3
1994	4333.3	44881.7	6559.9	7047.7	1063.4	809.0	981.7	920.5
1995	138.2	184.9	6052.7	5309.6	6545.1	3565.1	7931.6	5447.8
1996	1661.4	34512.2	9582.1	7200.8	18014.2	15678.5	7533.5	2602.9
1997	89.3	4533.2	20035.0	12572.2	13816.4	9611.2	44832.4	37827.8
1998	175.7	2211.0	4955.2	33380.5	2844.0	5563.0	4727.3	7071.3
1999	5460.0	24194.3	12434.5	8356.2	3802.9	3592.7	22794.7	18562.5
2000	261.1	8587.2	20684.7	16765.5	4595.1	8055.2	10630.5	15817.3
2001	9.9	5402.3	57882.0	15298.4	6710.7	5975.8	8391.6	5206.7
2002	24.8	3479.1	34710.1	21593.7	13689.0	9947.7	3730.6	1933.0
2003	137.6	40316.7	692470.1	31793.1	78968.9	27469.3	40240.9	29395.7
2004	7318.7	62394.7	70330.5	48562.7	104139.5	58084.9	20952.9	26519.8
2005	180.4	7732.5	80284.8	12192.0	10317.2	9624.7	5513.5	6327.3
2006	2.5	2363.9	15240.4	27257.6	13359.6	14831.0	14120.9	17881.4
2007	182.6	2429.3	69055.2	50189.7	8115.5	42275.1	8995.3	5695.8
2008	34.1	11876.5	71664.7	20796.5	3074.2	2489.1	11688.6	4767.0
2009	359.4	16269.4	43339.6	19944.3	15917.5	6212.3	13694.5	9953.4
2010	1199.9	8550.3	17090.1	18802.6	12686.3	7719.6	11125.1	13507.2
2008+	21470.9	120577.5	69920.5	21183.5				
2009+	9675.1	46016.6	43339.6	19944.3				
2010+	64915.2	28040.2	17109.7	18753.7				

+: En 2008, 2009 et 2010, l'échantillonnage a été accru en ajoutant des strates dans la partie peu profonde (37-183 m) de l'estuaire.

+: *In 2008, 2009 and 2010, the sampling was increased with the addition of strata in shallow waters (37 to 183 m) in the Estuary.*

Tableau 6. Coefficient de variation de la biomasse krigée, par zone de pêche et par année, pour les mâles (M) et les femelles (F).

Table 6. Coefficient of variation of the kriged biomass, by fishing area and by year, for males (M) and females (F).

Année / *Year*	Estuaire / *Estuary*		Sept-Iles		Anticosti		Esquiman	
	M	F	M	F	M	F	M	F
1990	33.6	21.1	21.6	13.2	24.2	19.4	29.7	21.5
1991	29.9	23.1	25.1	16.5	16.3	12.1	17.2	12.5
1992	53.7	26.5	22.4	18.5	21.1	14.2	18.4	15.4
1993	64.2	39.6	21.0	12.9	26.6	14.8	16.2	14.8
1994	64.1	49.7	21.5	14.0	19.7	15.8	17.8	15.5
1995	35.5	25.7	18.3	13.0	20.6	11.7	26.6	22.5
1996	35.0	31.0	21.0	9.6	20.3	13.4	26.3	17.0
1997	13.5	17.9	18.2	11.2	25.7	17.7	28.3	28.0
1998	54.9	32.6	12.8	11.9	19.8	13.2	18.7	17.5
1999	54.3	27.0	14.2	8.3	17.8	10.9	33.2	29.8
2000	11.5	13.2	14.3	7.3	16.8	10.8	23.5	23.4
2001	14.1	16.7	18.9	10.8	24.7	15.2	20.2	15.9
2002	22.7	18.9	19.0	8.6	19.7	13.5	31.0	20.2
2003	11.1	29.0	28.2	6.4	29.1	13.4	23.0	17.2
2004	92.5	39.9	18.4	9.5	57.2	26.6	33.3	21.2
2005	30.1	15.9	30.6	5.6	15.5	8.6	12.5	9.3
2006	3.4	11.6	19.6	8.8	30.0	17.8	16.7	15.8
2007	6.1	8.3	27.8	9.5	14.4	16.8	18.3	16.3
2008	24.7	17.6	32.0	6.8	15.3	10.4	21.9	16.2
2009	38.7	35.8	20.2	10.6	21.2	14.8	21.4	18.6
2010	35.1	27.1	18.3	9.0	21.1	15.4	23.6	20.5
2008+	65.1	25.6	31.6	6.9				
2009+	26.8	21.0	20.2	10.6				
2010+	47.2	23.6	18.3	9.0				

+: En 2008, 2009 et 2010, l'échantillonnage a été accru en ajoutant des strates dans la partie peu profonde (37-183 m) de l'estuaire.

+: *In 2008, 2009 and 2010, the sampling was increased with the addition of strata in shallow waters (37 to 183 m) in the Estuary.*

Tableau 7. Biomasse du stock (tonne) estimée par krigeage par zone de pêche et par année, pour les mâles (M) et les femelles (F).

Table 7. Stock biomass (ton) estimated by kriging by fishing area and by year, for males (M) and females (F).

Année / *Year*	Estuaire / *Estuary*		Sept-Iles		Anticosti		Esquiman	
	M	F	M	F	M	F	M	F
1990	754	1241	11557	19312	19340	19361	7576	13011
1991	177	2057	16874	23073	9604	13951	6018	9287
1992	401	1460	6538	10682	12284	12851	2989	6551
1993	356	1099	10012	13161	9636	6963	3698	3466
1994	411	1704	11198	17817	7670	8331	5681	6339
1995	132	212	12689	16667	18222	23630	10822	10601
1996	466	2395	13906	26212	30616	43214	10658	9680
1997	279	1501	23140	29763	21192	25652	24171	22442
1998	97	577	16390	45898	12503	26264	11866	15566
1999	545	2301	23463	32695	16051	25605	14724	14812
2000	564	2809	29933	52910	18732	38609	14207	17364
2001	89	1760	37904	34000	15367	23582	14635	14650
2002	88	1251	29183	51020	27590	34308	6382	7043
2003	423	2766	87910	82393	44832	57191	28242	32313
2004	370	2507	43008	68857	26183	42025	14062	24845
2005	178	2217	27558	58911	30406	52984	19291	27612
2006	183	1679	18801	55773	17905	31818	23086	27404
2007	885	2368	28137	70389	28931	56762	16744	14971
2008	95	2471	24882	62904	16780	22322	15944	13795
2009	196	1424	30697	39785	27549	24693	17696	17369
2010	395	1364	21308	45491	24801	26488	14483	18374
2008+	900	5434	24894	62790				
2009+	1469	4091	30721	39802				
2010+	3415	4484	21334	45592				

+: En 2008, 2009 et 2010, l'échantillonnage a été accru en ajoutant des strates dans la partie peu profonde (37-183 m) de l'estuaire.

+: *In 2008, 2009 and 2010, the sampling was increased with the addition of strata in shallow waters (37 to 183 m) in the Estuary.*

Tableau 8. Paramètres des relations poids-longueur* par zone de pêche et par année. Longueur en mm et poids en g.

Table 8. Parameters for the weight-length relationships by fishing area and by year. Length in mm and weight in g.*

Année / *Year*	Estuaire / *Estuary*		Sept-Iles		Anticosti		Esquiman	
	a	b	a	b	a	b	a	b
1990								
1991								
1992								
1993	2.945	0.00071	2.978	0.00066	3.018	0.00059	2.864	0.00094
1994								
1995								
1996								
1997								
1998								
1999								
2000								
2001								
2002								
2003								
2004								
2005	2.777	0.00117	2.960	0.00065	2.957	0.00066	2.904	0.00075
2006	2.945	0.00068	2.934	0.00069	3.040	0.00053	2.849	0.00093
2007	2.800	0.00107	2.930	0.00072	2.918	0.00074	2.904	0.00077
2008	3.016	0.00056	2.934	0.00070	2.908	0.00077	2.887	0.00082
2009	2.977	0.00063	2.864	0.00090	2.893	0.00080	2.911	0.00077
2010	2.920	0.00076	2.931	0.00072	3.011	0.00059	2.953	0.00071

* Modèle : Poids = a Longeur ^{b}

* *Model : Weight = a Length* ^{b}

Tableau 9. Abondance du stock (en million) par zone de pêche et par année, pour les mâles (M) et les femelles (F).

Table 9. Stock abundance (in million) by fishing area and by year, for males (M) and females (F).

Année / *Year*	Estuaire / *Estuary*		Sept-Iles		Anticosti		Esquiman	
	M	F	M	F	M	F	M	F
1990	156	115	2258	1813	4849	2145	1661	1394
1991	26	196	3871	2278	1948	1459	1214	978
1992	87	128	2111	960	2926	1251	630	660
1993	85	92	2892	1263	2646	671	866	358
1994	87	163	3289	1917	1886	919	1470	716
1995	40	20	2917	1706	4850	2680	2679	1366
1996	86	225	3016	2665	7382	4766	3194	1206
1997	48	132	4936	2828	5848	2602	6490	2790
1998	25	49	3439	4194	2603	2561	3097	1807
1999	118	204	5792	3110	3907	2558	4109	1845
2000	114	256	6526	5326	4953	4006	4015	2135
2001	18	162	8550	3501	3601	2423	4606	1922
2002	20	125	6656	5541	7989	3896	1739	907
2003	219	270	17554	8981	12619	6736	8043	4298
2004	62	238	8513	7711	7066	5149	3738	3419
2005	29	222	6277	6496	6315	6438	4880	3912
2006	28	164	3804	6132	4319	3781	7161	3667
2007	141	226	6167	7247	8122	7219	5885	2241
2008	19	222	5619	6531	4793	2835	4937	2198
2009	43	133	7931	4309	9963	3257	5369	2527
2010	79	129	5937	5270	6475	3252	3632	2468
2008+	228	508	5622	6519				
2009+	690	409	7938	4311				
2010+	1072	467	5945	5282				

+: En 2008, 2009 et 2010, l'échantillonnage a été accru en ajoutant des strates dans la partie peu profonde (37-183 m) de l'estuaire.

+: *In 2008, 2009 and 2010, the sampling was increased with the addition of strata in shallow waters (37 to 183 m) in the Estuary.*

Tableau 10. Abondance (en million) des juvéniles (J), femelles primipares (Fp) et multipares (Fm), par zone de pêche et par année.

Table 10. Abundance (in million) for juveniles (J), primiparous (Fp) and mutiparous (Fm) females, by fishing area and by year.

Année / *Year*	Estuaire / *Estuary*			Sept-Iles			Anticosti			Esquiman		
	J	Fp	Fm	J	Fp	Fm	J	Fp	Fm	J	Fp	Fm
1990	36	48	67	159	959	853	144	1535	610	15	1157	238
1991	0	57	138	360	773	1505	87	838	622	77	539	440
1992	2	43	85	307	556	404	414	844	408	57	554	106
1993	7	78	14	61	1030	234	17	580	92	24	234	124
1994	1	130	33	156	1600	318	14	802	118	98	626	89
1995	12	14	5	188	1495	211	502	2408	273	30	1182	185
1996	1	132	94	165	2010	655	1279	4049	721	733	880	327
1997	0	110	22	30	2293	535	609	2378	226	57	2063	727
1998	7	29	20	749	3483	711	286	2171	392	652	1567	241
1999	3	158	47	6	2705	405	26	2067	492	136	1283	562
2000	1	181	76	280	4542	785	707	3457	551	736	1611	525
2001	1			81			20			300		
2002	1			88			443			19		
2003	176			167			30			41		
2004	0			9			47			17		
2005	0			93			148			374		
2006	0			56			201			84		
2007	3			530			228			383		
2008	2			161			103			41		
2009	3	27	105	11	2021	2288	235	2114	1143	64	1700	673
2010	0	60	69	41	3391	1879	40	1835	1417	146	1076	1392
2008+	67			161								
2009+	387	194	215	11	2021	2288						
2010+	9	321	146	41	3398	1883						

+: En 2008, 2009 et 2010, l'échantillonnage a été accru en ajoutant des strates dans la partie peu profonde (37-183 m) de l'estuaire.

+: *In 2008, 2009 and 2010, the sampling was increased with the addition of strata in shallow waters (37 to 183 m) in the Estuary.*

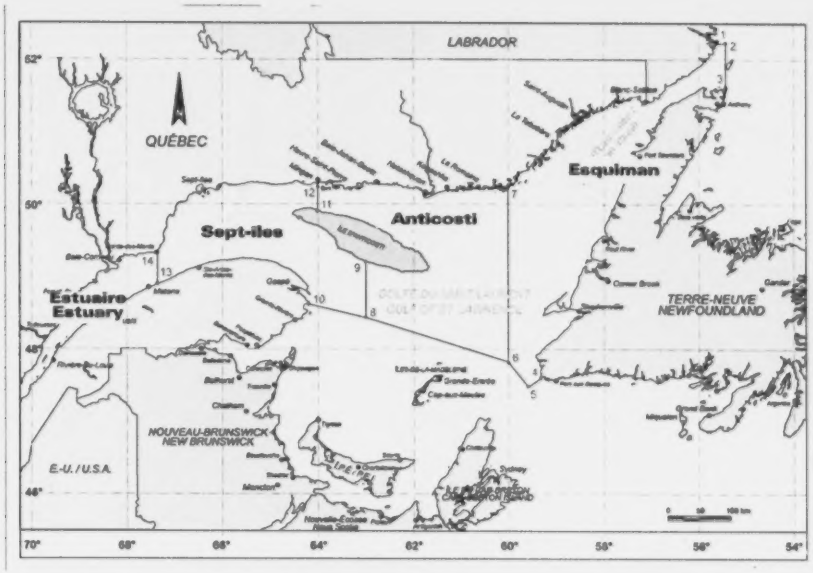

Figure 1. Zones de pêche à la crevette (ZPC) dans le nord du golfe du Saint-Laurent : Estuaire, ZPC 12; Sept-Îles, ZPC 10; Anticosti, ZPC 9; Esquiman, ZPC 8.

Figure 1. Shrimp fishing areas (SFA) in the Northern Gulf of St. Lawrence: Estuary, SFA 12; Sept-Iles, SFA 10; Anticosti, SFA 9; Esquiman, SFA 8.

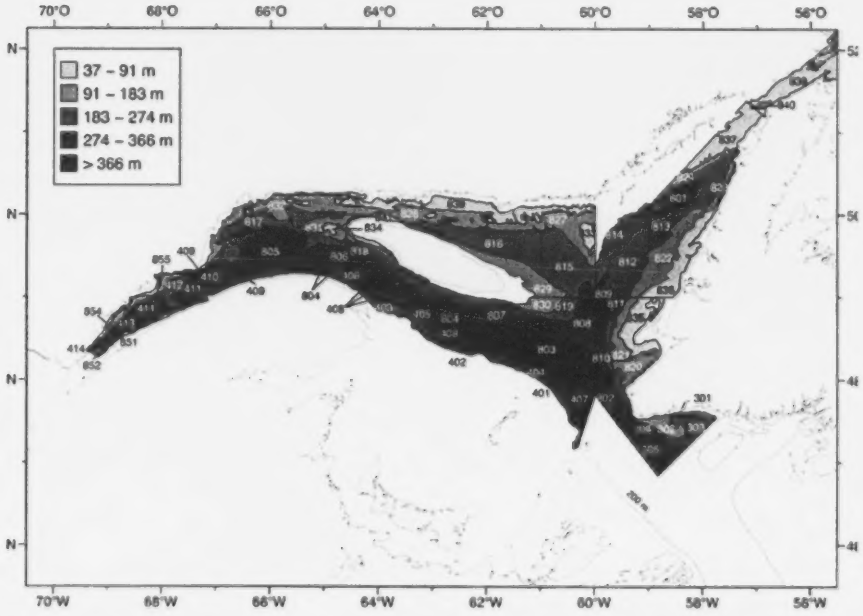

Figure 2. Stratification utilisée pour l'allocation des stations de pêche du relevé du nord du golfe du Saint-Laurent. Les strates 851, 852, 854 et 855 ont été ajoutées en 2008.

Figure 2. Stratification used for the allocation of fishing stations of the survey in the northern Gulf of St. Lawrence. The strata 851, 852, 854 and 855 were added in 2008.

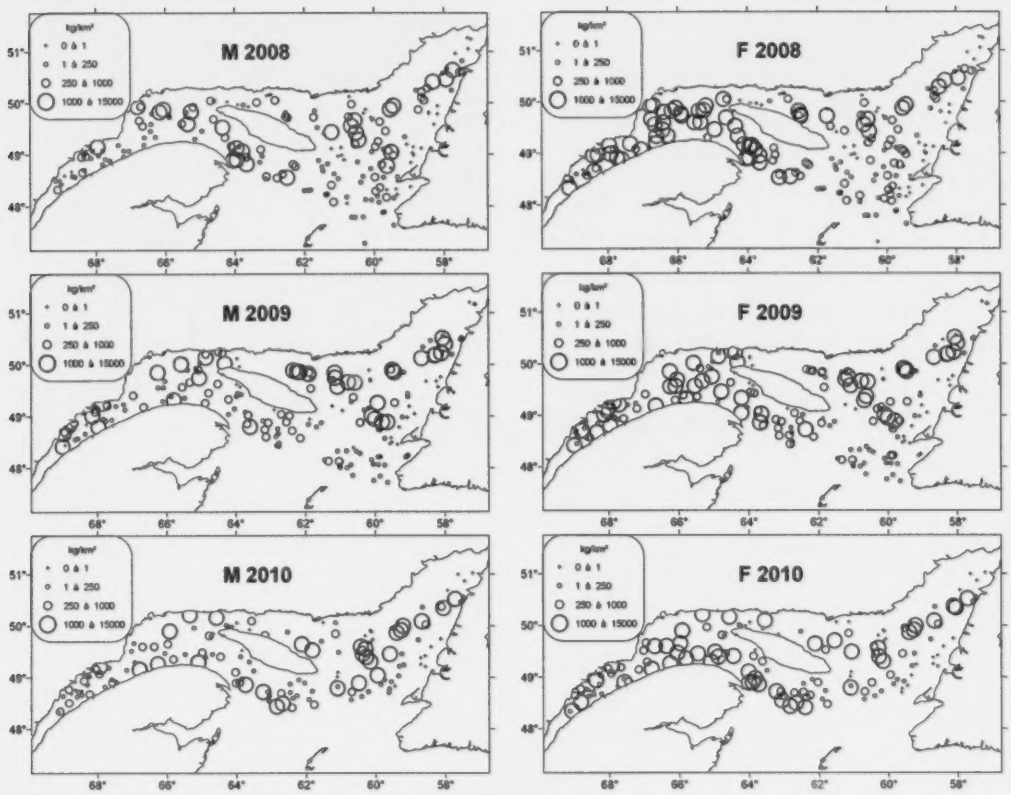

Figure 3. Distribution des captures de crevette en 2008, 2009 et 2010.
Figure 3. Distribution of shrimp catches in 2008, 2009 and 2010..

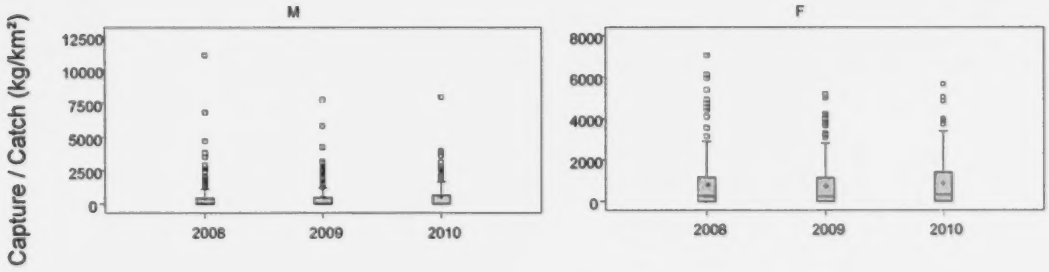

Figure 4. Tracé en rectangle et moustaches des captures (kg/km²) des relevés de 2008 à 2010. Rectangle : du premier au troisième quartile avec médiane. Moustache : 1.5 fois l'intervalle interquartile ramené au point inférieur le plus proche. Croix : tous les points supérieurs à la moustache.

Figure 4. Boxplot of catches (kg/km²) obtained from the surveys conducted from 2008 to 2010. Rectangle: from the first to the third quartile with the median. Whiskers: 1.5 times the interquartile interval that was reported to the closest lower data point. Cross: all data points higher than the whiskers.

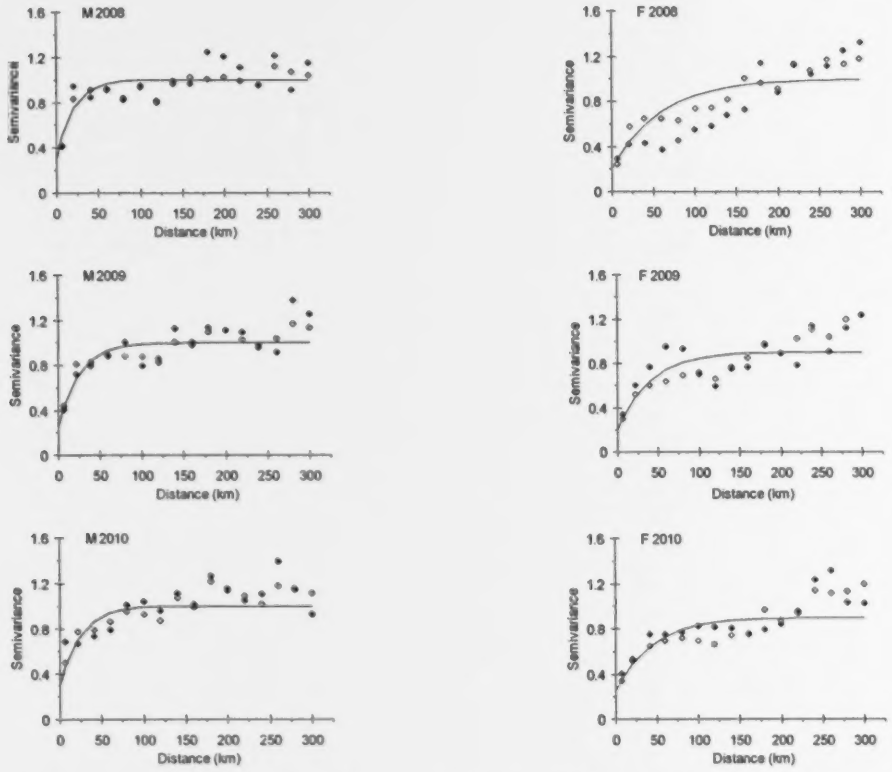

Figure 5. Variogrammes isotropiques des biomasses (kg/km²) pour les années 2008 à 2010. Points fermés : année courante. Points ouverts : moyenne sur 3 ans. Courbe : variogramme ajusté sur la moyenne des 3 années.

Figure 5. Isotropic variograms of the biomasses (kg/km²) for the years 2008 to 2010. Filled circles: current year. Open circles: mean over three years. Curve: variogram adjusted on the 3 year mean.

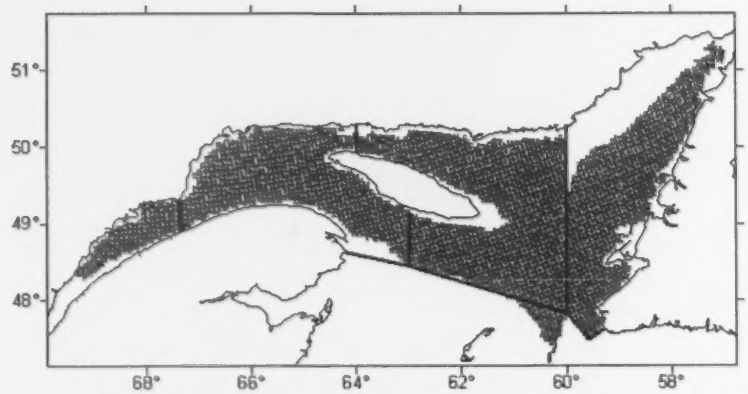

Figure 6. Aire d'étude pour le krigeage de la biomasse de crevette dans le nord du golfe du Saint-Laurent. Les limites des zones de pêche sont également indiquées.

Figure 6. Studied area for the kriging of the shrimp biomass in the northern Gulf of St. Lawrence. The limits of the fishing areas are indicated as well.

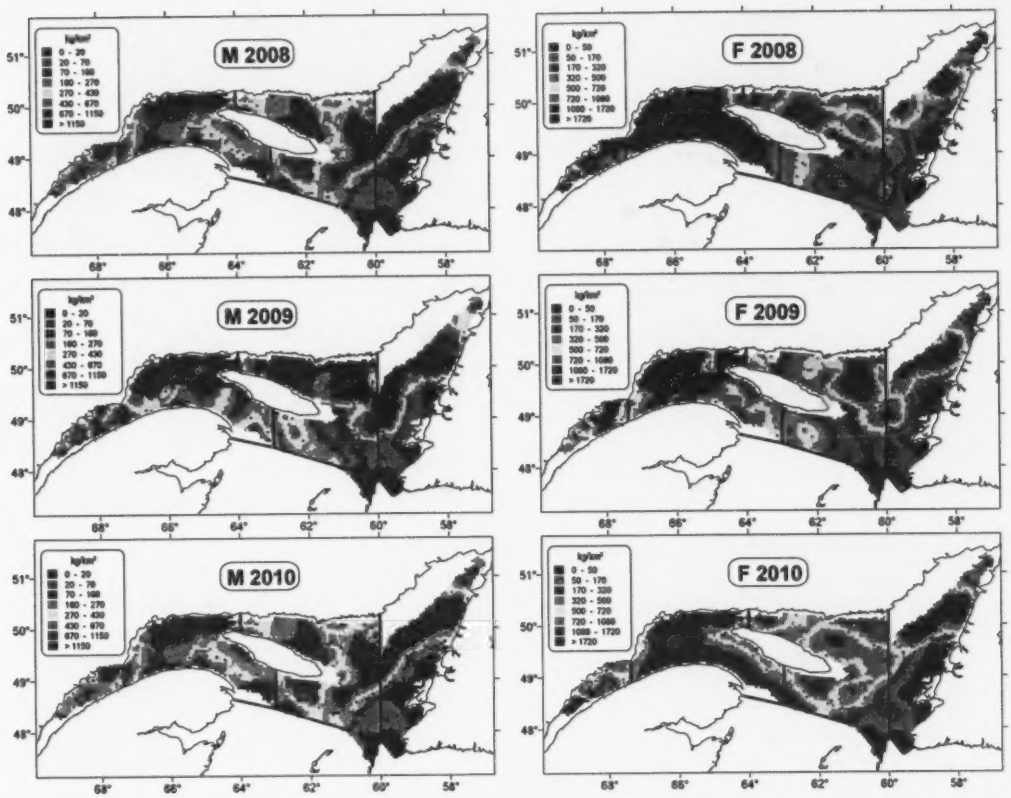

Figure 7. Distribution de la biomasse (kg/km²) obtenue par krigeage par bloc de 25 km² en 2008 et 2009 pour les mâles (M) et les femelles (F).

Figure 7. Distribution of the biomass (kg/km²) obtained by kriging by block of 25 km² in 2008 and 2009 for males (M) and females (F).

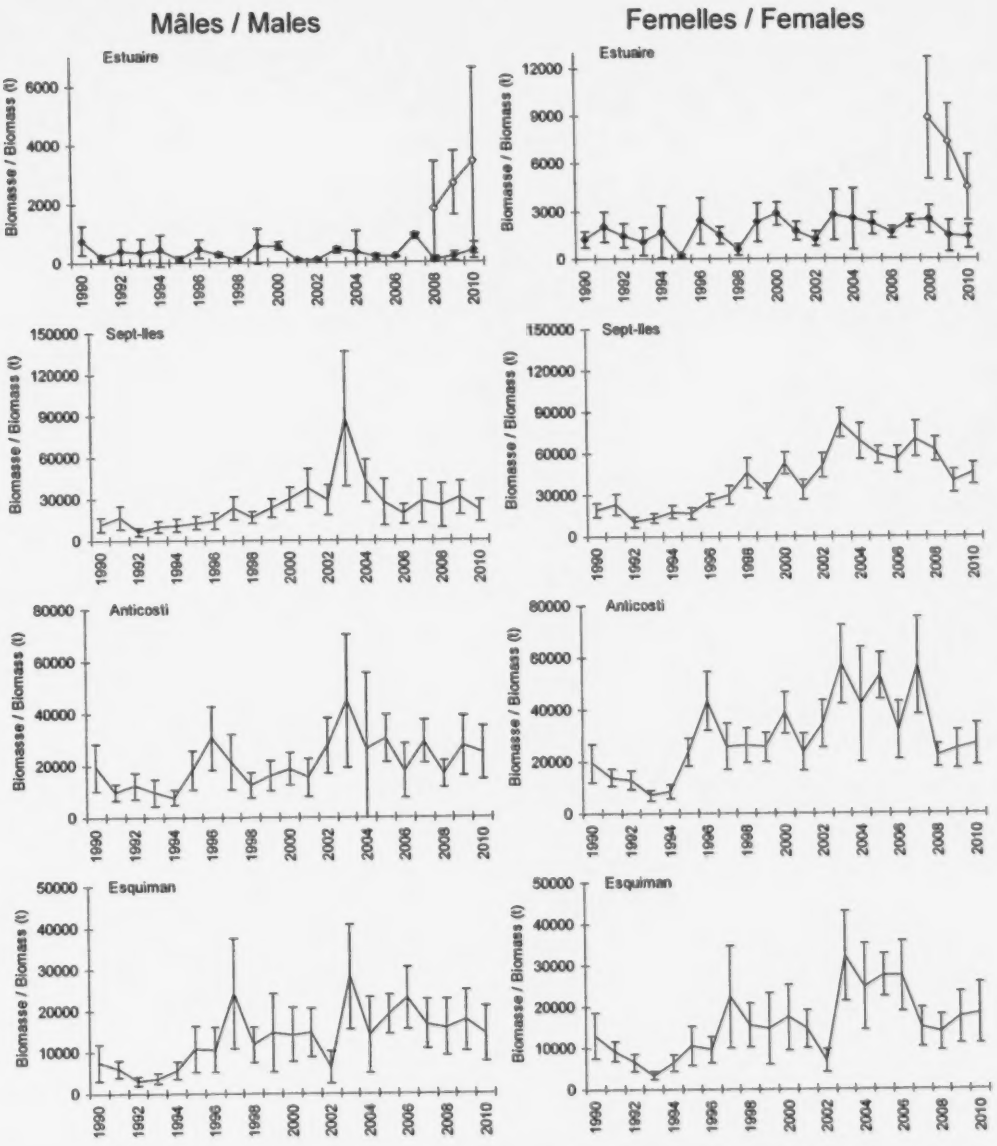

Figure 8. Biomasse (en tonne) par zone de pêche et par année, pour les mâles et les femelles. Les points ouverts en 2008, 2009 et 2010 montrent les résultats obtenus en ajoutant des strates dans la partie peu profonde (37-183 m) de l'estuaire. Les barres d'erreur indiquent l'intervalle de confiance à 95 %.

Figure 8. Biomass (in ton) by fishing area and by year, for males and females. The open circles in 2008, 2009 and 2010 show the results obtained when adding strata in shallow waters (37-183 m) of the estuary. Error bars indicate the 95% confidence interval.

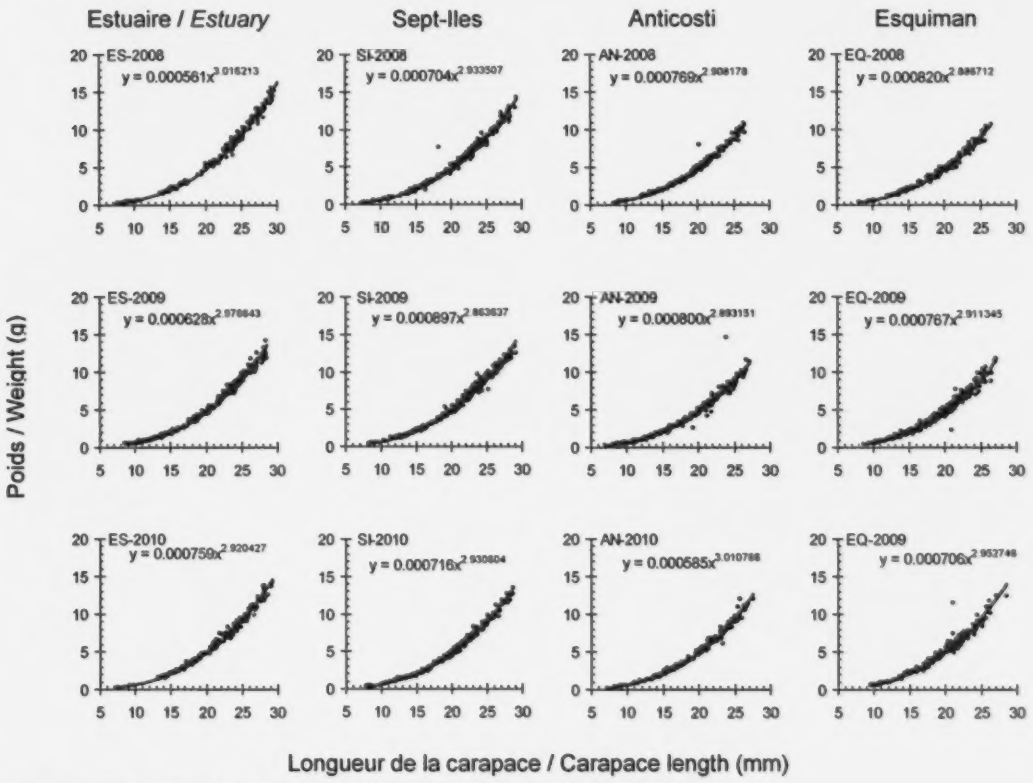

Figure 9. Relation poids-longueur par zone de pêche de 2006 à 2010.
Figure 9. Weight-length relationships by fishing area from 2006 to 2010.

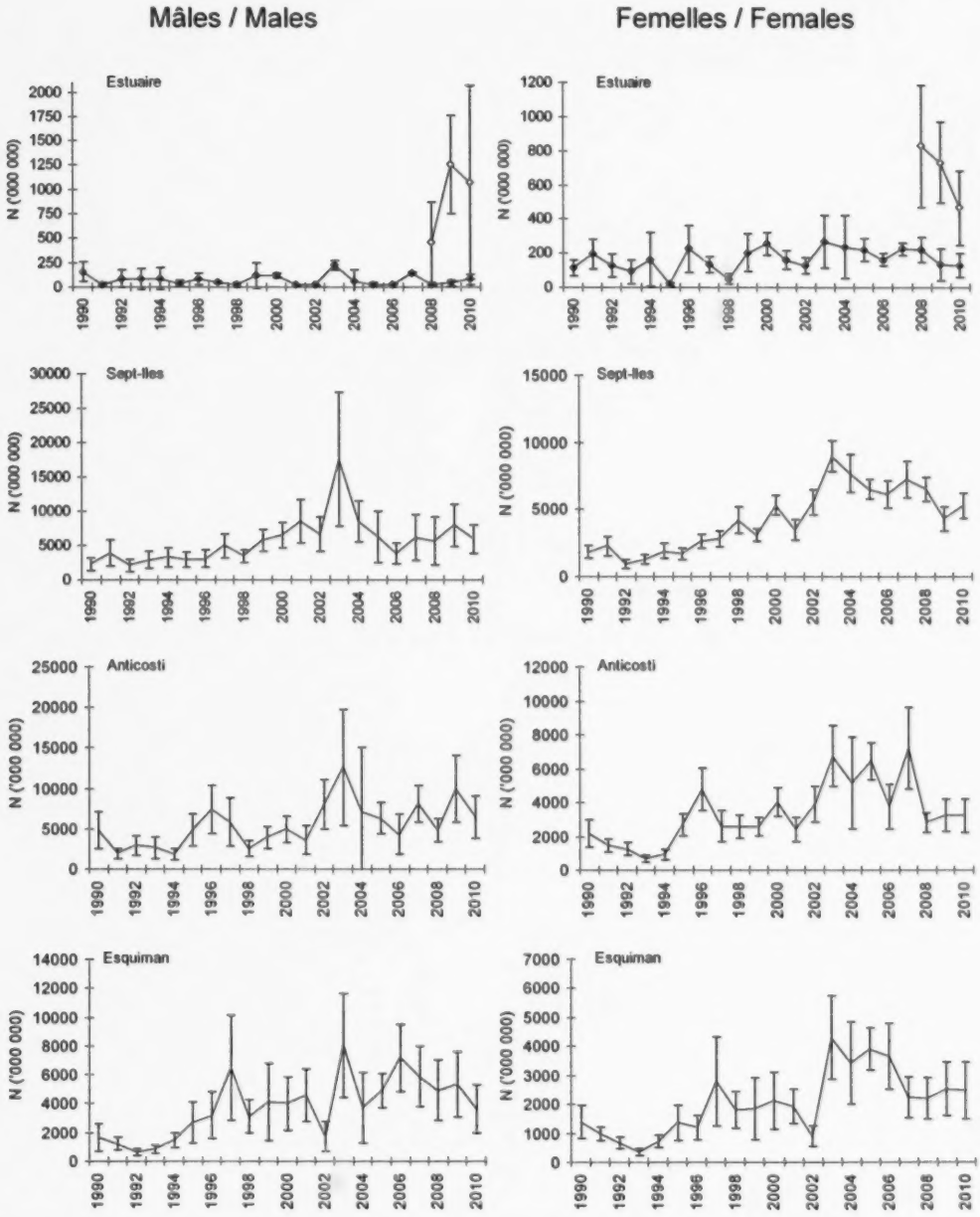

Figure 10. Abondance (en million) par zone de pêche et par année, pour les mâles et les femelles. Les points ouverts en 2008, 2009 et 2010 montrent les résultats obtenus en ajoutant des strates dans la partie peu profonde (37-183 m) de l'estuaire. Les barres d'erreur indiquent l'intervalle de confiance à 95 %.

Figure 10. Abundance (in million) by fishing area and by year, for males and females. The open circles in 2008, 2009 and 2010 show the results obtained when adding strata in shallow waters (37-183 m) of the estuary. Error bars indicate the 95% confidence interval.

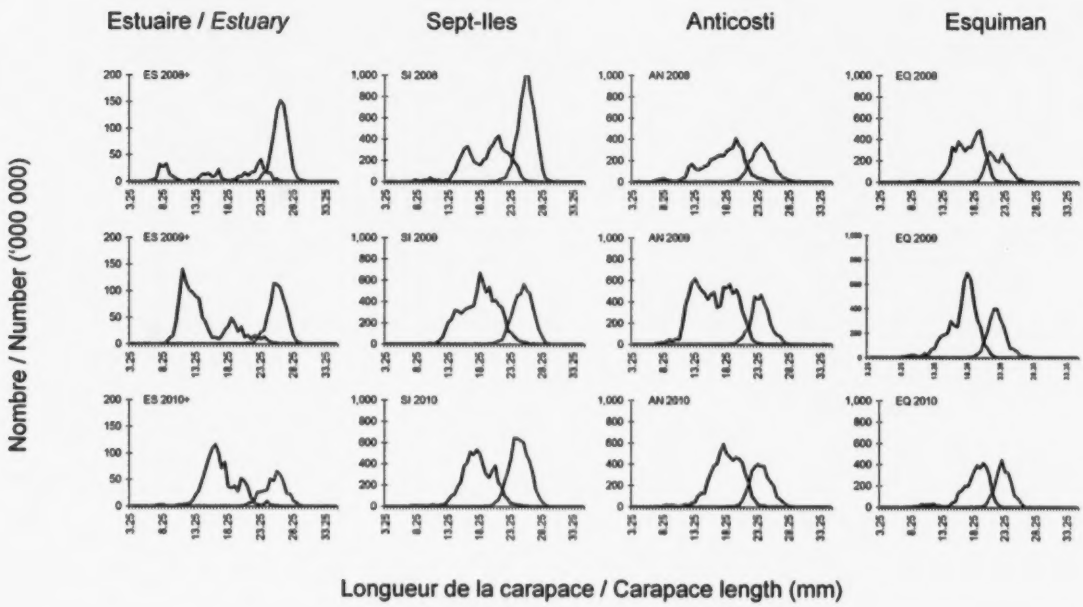

Figure 11. Abondance (en million) par classe de longueur de la carapace (classes de 0,5 mm) par zone de pêche en 2008 et 2009 pour les mâles (en bleu) et les femelles (en rouge). Le + accolé à l'année montre les résultats obtenus en ajoutant des strates dans la partie peu profonde (37-183 m) de l'estuaire.

Figure 11. Abundance (in million) by carapace length class (classes of 0.5 mm) by fishing area from 2005 to 2009 for males (in blue) and females (in red). The + placed beside the year shows the results obtained when adding strata in shallow waters (37-183 m) of the estuary.